

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. März 2004 (11.03.2004)

PCT

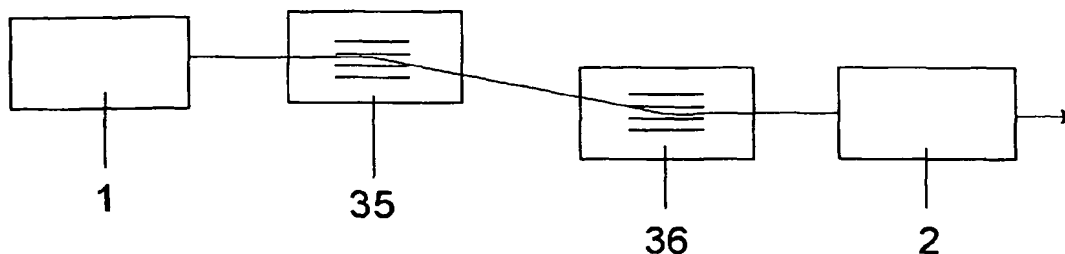
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/021528 A3

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01S 3/06
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002899
- (22) Internationales Anmeldedatum:
29. August 2003 (29.08.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 40 599.9 30. August 2002 (30.08.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): JENOPTIK LASER, OPTIK, SYSTEME GMBH
[DE/DE]; Göschwitzer Strasse 25, 07745 Jena (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOLLEMANN, Gün-
ter [DE/DE]; Wieselweg 15, 07749 Jena (DE). KRAUSE,
Ulf [DE/DE]; Ilmnitz, Im Klieber 2, 07751 Drackendorf
(DE). BRAUN, Bernd [DE/DE]; Löbstedter strasse 9,
07749 Jena (DE).
- (74) Anwälte: BERTRAM, Helmut usw.; Oehmke & Kolle-
gen, Neugasse 13, 07743 Jena (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ARRANGEMENT AND METHOD FOR GENERATING ULTRASHORT LASER PULSES

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG ULTRAKURZER LASERIMPULSE



(57) Abstract: The invention relates to an arrangement and a method for generating ultrashort laser pulses. The aim of the invention is to avoid the deterioration of the beam quality caused by the plurality of required revolutions, the accompanying loss of revolutions, and pulse broadening in regenerative amplifiers by means of a simpler and more cost-effective laser installation, and to provide ultrashort laser pulses with pulse repeat rates in an extended kHz range. In an installation consisting of a solid-state laser oscillator, a multi-stage laser amplifier which is arranged downstream therefrom and is used to increase the energy of pulses, and at least one switching element for selecting pulses from a pulse train provided by the solid-state laser oscillator, a small-signal gain higher than 10 is provided in an amplifying laser crystal in each amplification stage, the total small-signal gain produced by all amplifying laser crystals amounting to more than 100. In this way, ultrashort laser pulses having pulse lengths which are especially below 20 ps, pulse repeat rates between 1000 Hz and 10 MHz and pulse energies in the mJ range are generated, said ultrashort laser pulses being applicable in the fields of micromaterial machining and medicine.

(57) Zusammenfassung: Bei einer Anordnung und einem Verfahren zur Erzeugung ultrakurzer Laserimpulse besteht die Aufgabe, die in regenerativen Verstärkern durch die Vielzahl der benötigten Umläufe hervorgerufene Verschlechterung der Strahlqualität, damit einhergehende Umlaufverluste und Pulsverbreiterungen durch einen einfacheren und kostengünstigeren Laseraufbau zu vermeiden und ultrakurze Laserimpulse mit Puls wiederholraten in einem erweiterten kHz-Bereich zur Verfügung zu stellen. Bei einem Aufbau, bestehend aus einem Festkörperlaser-Oszillator, einem nachgeordneten mehrstufigen Laserverstärker zur Erhöhung der Pulsenergie von Impulsen und mindestens einem Schaltelement zur Auswahl von Impulsen aus einer von dem Festkörperlaser-Oszillator bereitgestellten Impulsfolge

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/021528 A3



SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen**

Recherchenberichts:

29. Dezember 2004

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

ist bei jeder Verstärkerstufe in einem verstärkenden Laserkristall eine Kleinsignalverstärkung von mehr als 10 vorgesehen, wobei die durch alle verstärkenden Laserkristalle hervorgerufene Gesamtkleinsignalverstärkung mehr als 100 beträgt. Dadurch können ultrakurze Laserimpulse mit Pulslängen insbesondere unterhalb von 20 ps, Puls wiederholraten im Bereich von 1000 Hz - 10 MHz und Pulsenergien im mJ-Bereich erzeugt werden, die bevorzugt im Bereich der Mikromaterialbearbeitung und in medizinischen Bereichen Anwendung finden können.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/02899

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01S3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 100 43 269 A (JENOPTIK JENA GMBH) 4 April 2002 (2002-04-04) cited in the application	1-4, 18
A	the whole document	5-17
X	DE 100 63 976 A (LZH LASERZENTRUM HANNOVER E V) 4 July 2002 (2002-07-04)	1-4, 6, 18
A	the whole document	5, 7-17
X	EP 0 609 978 A (INTELLIGENT SURGICAL LASERS) 10 August 1994 (1994-08-10)	1-4, 6, 18
A	the whole document	5, 7-17
X	WO 96/16484 A (JMAR TECHNOLOGY CO) 30 May 1996 (1996-05-30)	1, 18
A	page 9 - page 16; figures 3, 10	2-17
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 November 2004

Date of mailing of the international search report

17/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bésuelle, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/02899

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 631 769 A (WHEATLEY DAVID IAN) 20 May 1997 (1997-05-20) the whole document	1-18
A	KASTELIK J C ET AL: "Cascaded <formula><roman>TeO</roman><inf><roman>2</roman></inf></for mula> acousto-optic devices for high efficiency multifrequency modulation" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 83, no. 2, 15 January 1998 (1998-01-15), pages 674-678, XP012044500 ISSN: 0021-8979 the whole document	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/02899

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10043269	A	04-04-2002	DE 10043269 A1	04-04-2002
			CA 2354632 A1	28-02-2002
			FR 2813451 A1	01-03-2002
			GB 2370684 A ,B	03-07-2002
			JP 2002141589 A	17-05-2002
			US 2002036821 A1	28-03-2002
DE 10063976	A	04-07-2002	DE 10063976 A1	04-07-2002
EP 0609978	A	10-08-1994	AU 5318294 A	11-08-1994
			CA 2112843 A1	05-08-1994
			EP 0609978 A1	10-08-1994
			JP 6291399 A	18-10-1994
WO 9616484	A	30-05-1996	US 5491707 A	13-02-1996
			DE 69532479 D1	26-02-2004
			DE 69532479 T2	04-11-2004
			EP 0792530 A1	03-09-1997
			JP 10509280 T	08-09-1998
			US 6016324 A	18-01-2000
			WO 9616484 A1	30-05-1996
			US 5539764 A	23-07-1996
			US 5742634 A	21-04-1998
			US 5790574 A	04-08-1998
US 5631769	A	20-05-1997	AU 6576894 A	21-11-1994
			DE 69408872 D1	09-04-1998
			DE 69408872 T2	25-06-1998
			EP 0734601 A1	02-10-1996
			WO 9426009 A1	10-11-1994
			GB 2277633 A ,B	02-11-1994
			JP 9500759 T	21-01-1997

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PT/DE 03/02899

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01S3/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01S

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 100 43 269 A (JENOPTIK JENA GMBH) 4. April 2002 (2002-04-04) in der Anmeldung erwähnt	1-4, 18
A	das ganze Dokument	5-17
X	DE 100 63 976 A (LZH LASERZENTRUM HANNOVER E V) 4. Juli 2002 (2002-07-04)	1-4, 6, 18
A	das ganze Dokument	5, 7-17
X	EP 0 609 978 A (INTELLIGENT SURGICAL LASERS) 10. August 1994 (1994-08-10)	1-4, 6, 18
A	das ganze Dokument	5, 7-17
X	WO 96/16484 A (JMAR TECHNOLOGY CO) 30. Mai 1996 (1996-05-30)	1, 18
A	Seite 9 - Seite 16; Abbildungen 3, 10	2-17
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bésuelle, E

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 631 769 A (WHEATLEY DAVID IAN) 20. Mai 1997 (1997-05-20) das ganze Dokument	1-18
A	KASTELIK J C ET AL: "Cascaded <formula><roman>Te0</roman><inf><roman>2</roman></inf></for mula> acousto-optic devices for high efficiency multifrequency modulation" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, Bd. 83, Nr. 2, 15. Januar 1998 (1998-01-15), Seiten 674-678, XP012044500 ISSN: 0021-8979 das ganze Dokument	1-18

INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/02899

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10043269 A	04-04-2002	DE 10043269 A1	04-04-2002
		CA 2354632 A1	28-02-2002
		FR 2813451 A1	01-03-2002
		GB 2370684 A ,B	03-07-2002
		JP 2002141589 A	17-05-2002
		US 2002036821 A1	28-03-2002
DE 10063976 A	04-07-2002	DE 10063976 A1	04-07-2002
EP 0609978 A	10-08-1994	AU 5318294 A	11-08-1994
		CA 2112843 A1	05-08-1994
		EP 0609978 A1	10-08-1994
		JP 6291399 A	18-10-1994
WO 9616484 A	30-05-1996	US 5491707 A	13-02-1996
		DE 69532479 D1	26-02-2004
		DE 69532479 T2	04-11-2004
		EP 0792530 A1	03-09-1997
		JP 10509280 T	08-09-1998
		US 6016324 A	18-01-2000
		WO 9616484 A1	30-05-1996
		US 5539764 A	23-07-1996
		US 5742634 A	21-04-1998
		US 5790574 A	04-08-1998
US 5631769 A	20-05-1997	AU 6576894 A	21-11-1994
		DE 69408872 D1	09-04-1998
		DE 69408872 T2	25-06-1998
		EP 0734601 A1	02-10-1996
		WO 9426009 A1	10-11-1994
		GB 2277633 A ,B	02-11-1994
		JP 9500759 T	21-01-1997